

Sillan laajennettu yleistarkastus ja huolto-ohje osa 2: Köysisillat

SUUNNITTELU- JA TOTEUTTAMISVAIHEEN OHJAUS



Sillan laajennettu yleistarkastus ja huolto-ohje, osa 2: Köysisillat

Suunnittelu- ja toteuttamisvaiheen ohjaus

Liikenneviraston ohjeita 22/2011

Liikennevirasto

Helsinki 2011

Kannen kuva: Liikenneviraston kuva-arkisto

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-663X
ISBN 978-952-255-747-6

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X
ISSN 1798-6648
ISBN 978-952-255-741-4

Kopijyvä Oy
Kuopio 2011

Julkaisua myy/saatavana
paino.kuopio@kopijyva.fi

Liikennevirasto
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelin 020 637 373

15.12.2011

Väyläosasto

Vastaanottaja
Liikennevirasto, ELY-keskukset

Kohdistuvuus
Liikennevirasto

Säädösperusta
MaantieL 109 §

Korvaa/muuttaa
-

Voimassa 1.1.2012 alkaen toistaiseksi

Asiasanat: köysisillat, hoito, tarkastus, laatuvaatimukset

Sillan laajennettu yleistarkastusohje, osa 2: Köysisillat

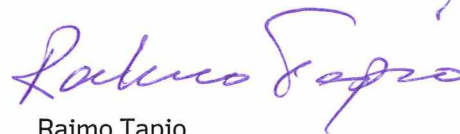
Terässilloilla, köysirakenteita sisältävillä silloilla ja avattavilla silloilla osana Suomen siltavarantoa on tiettyjä erikoisominaisuuksia, joiden takia on katsottu tarpeelliseksi tehdä niille normaalissa yleistarkastuskierroksessa joka toisella kerralla ns. laajennettu yleistarkastus, mikä sisältää tavanomaisen yleistarkastuksen lisäksi sellaisia tarkastustoimenpiteitä, jotka on katsottu tarpeelliseksi kuhunkin em. ryhmään kuuluville silloille. Tämä ohje (Osa 2) keskittyy köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen sisältöön. Vastaava ohje on laadittu terässilloista (Osa 1) ja avattavista silloista (Osa 3).

Ohje täydentää köysisiltojen osalta Sillantarkastusohjetta (TIEH 2000008-v-04) sekä Sillan tarkastuskäsikirjaa (TIEH 2000009-v-04) ja siinä on esitetty sellaisia asioita, jotka on em. ohjeiden lisäksi otettava huomioon köysisiltojen laajennetussa yleistarkastuksessa.

Tähän ohjeeseen on otettu mukaan myös köysisiltojen vuosittaiseen hoitoon liittyviä erityispiirteitä.

Ohjeen tarkoitus on auttaa köysisiltojen hoidosta ja ylläpidosta vastuussa olevaa tahoa köysisiltojen asianmukaisessa hoitamisessa, huoltamisessa ja ylläpidossa sekä laajennetun yleistarkastuksen tekemisessä ja tarkastuksen raportoinnissa tilaajalle. Tämä on uusi ohje.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

LISÄTIETOJA

Minna Torkkeli, Taitorakenteet-
yksikkö
puh. 0206 37 3632

15.12.2011

Väyläosasto

TIEDOKSI Liikennevirasto: Ktay siltatekniset, Itay siltatekniset, kirjasto; ELY-keskusten siltainsinöörit, sillantarkastuskonsultit

LISÄTIETOJA

Minna Torkkeli, Taitorakenteet-
yksikkö
puh. 0206 37 3632

Esipuhe

Liikennevirasto ei ole aikaisemmin julkaissut erikoissiltojen laajennettuun yleistarkastukseen keskittyviä ohjeita. Näiden ohjeiden laatiminen tuli tarpeelliseksi, kun havaittiin erikoissiltojen, kuten terässiltojen, köysirakenteita sisältävien siltojen ja avattavien siltojen tarkastusten toteuttamisessa ja tarkastustietojen hyväksikäytössä olevan runsaasti vaihtelua eri puolilla maata. Tämä köysisiltojen laajennettua yleistarkastusta koskeva ohje on laadittu yhteensopivaksi ja yhdessä käytettäväksi **Sillantar-kastusohjeen (TIEH 2000008-04, (2000008-v-04) /1/** sekä **Sillan tarkastuskäsikirjan (TIEH 2000020-06) /2/** kanssa. Tarpeellisissa kohdissa on tässä ohjeessa suoraan viitattu em. ohjeisiin.

Tämän ohjeen on valmistellut WSP Finland Oy (tekijänä DI Pekka Pulkkinen) Liikenneviraston Väyläosaston Taitorakenteet-yksikön päällikön Jouko Lämsän ohjaamana.

Helsingissä joulukuussa 2011

Liikennevirasto
Väyläosasto, Taitorakenteet-yksikkö

Sisällysluettelo

1	YLEISTÄ	7
1.1	Ohjeen soveltamisalue	7
1.2	Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen merkitys	7
1.3	Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen yleisohjeet	7
1.4	Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen köysisiltaosuuden tekijän pätevyysvaatimukset	8
1.5	Työturvallisuus	9
2	KÖYSISILTOJEN LAAJENNETTU YLEISTARKASTUS	10
2.1	Yleistä köysisiltojen ominaisuuksista ja niille tyypillisistä vaurioista	10
2.1.1	Teräsrakenteisiin liittyvät vauriot	10
2.1.2	Betonirakenteisiin liittyvät vauriot	12
2.2	Köysisiltojen laajennettu yleistarkastus aihepiireittäin	12
2.2.1	Yleistä	12
2.2.2	Alusrakenteet	13
2.2.3	Pylonit ja porttaalit	13
2.2.4	Kansilaatan yleiskunto ja pintavauriot	13
2.2.5	Rakenteelliset vauriot, vääntymät, törmäysvauriot	13
2.2.6	Laakerit ja liikuntasaumat	13
2.2.7	Suuret muodonmuutokset	13
2.2.8	Värähtely	14
2.2.9	Köysisiltojen laajennetussa yleistarkastuksessa huomioon otettavia lisäseikkoja	14
2.2.10	Putket, johdot ja kaapelit	14
3	KÖYSIIN JA PYLONIIN LIITTYVÄT MITTAUKSET	15
3.1	Vinoköysisiltojen köysivoimien tarkastus	15
3.2	Pyloni	16
3.2.1	Pylonin asema	16
3.2.2	Pylonin betonipinnat	16
4	RAPORTOINTI	17
4.1	Yleis- ja kuntotietojen sekä vaurioiden raportointi	17
4.2	Yhteenvetoraportti	17
5	KÖYSISILTOJEN VUOSITTAISET HOITOTYÖT	18
	KIRJALLISUUSLUETTELO	19

1 Yleistä

1.1 Ohjeen soveltamisalue

Tässä ohjeessa köysisilloja ovat sillat, joiden jokin osa päällysrakenteesta, esimerkiksi pääjänne on kannatettu teräsköysillä. Sillan päällysrakenne voi olla joko teräs- tai betonirakenne tai niiden yhdessä muodostama kokonaisuus. Tyypillisiä köysisilloja ovat vinoköysisillat, riippusillat ja niin sanotut Langer-palkkisillat ja ansassillat.

Tätä ohjetta noudatetaan Liikenneviraston köysisiltojen laajennetussa yleistarkastuksessa. Ohjetta noudatetaan myös muissa siltojen hoidon ja ylläpidon palvelusopimuksissa, mikäli kyseisten palvelusopimusten sopimusasiakirjoissa tai köysisiltojen siltakohtaisissa hoito-ohjeissa ei köysisiltojen tarkastuksesta ole muuta määrätty.

Ohjeen lopussa on annettu yleispäteviä hoito-ohjeita käytettäväksi köysisiltojen hoidossa ja ylläpidossa. Mikäli sillasta on laadittu siltakohtainen hoito-ohje, sovelletaan ensisijaisesti siltakohtaista ohjetta.

Tätä ohjetta täydentää terässiltojen osalta Liikenneviraston julkaisu Sillan laajennettu yleistarkastus, Osa 1: Terässillat.

1.2 Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen merkitys

Köysisiltojen laajennetut yleistarkastukset ovat osa erikoissiltojen hoitoa ja kunnossapitoa. Siltojen yleistarkastukset tehdään 5-6 vuoden välein. Erikoissilloille, kuten köysisilloille tehdään joka toisella kerralla (10 -12 vuoden välein) niin sanottu laajennettu yleistarkastus, jossa tavanomaisen yleistarkastuksen lisäksi tehdään tämän ohjeen mukaiset toimenpiteet.

Köysisiltojen laajennettu yleistarkastus – osana siltojen kunnossapitoa – on osa siltojen tarkastusurakkaa. Lisäksi laajennetut yleistarkastukset tuottavat siltojen hallinnoijille erikoissiltojen hoitoon ja ylläpitoon liittyvää tietoa.

Köysisilloille tehdään lisäksi Liikenneviraston normaalin käytännön mukaiset vuositarkastukset ja hoitourakan mukaiset huoltotoimenpiteet, kuten puhdistus yms. työt.

1.3 Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen yleisohjeet

Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen tarkoituksena on tarkastaa köysisiltoihin erikoistuneen asiantuntijan johdolla noin kymmenen vuoden välein yleistarkastuksen yhteydessä sillan erikoisrakenteet, kuten köydet, pylonit, sillan muodonmuutokset, erikoisvarusteet, kuten vetolaakerit, hissit ja sähkö/polttomootorikäyttöiset hoitosillakkeet yms. Tarkastustyöt tehdään kesäaikaan.

Köysisiltojen laajennettu yleistarkastus tehdään silmämääräisesti, lukuun ottamatta köysiankkureiden alueilla olevia suljettuja tiloja, joissa käytetään apuna endoskooppia tai muita työhön soveltuvia apuvälineitä. Monissa köysisilloissa on sillan kannen alla joko liikkuva hoitosillake tai kiinteä hoitosilta. Lisäksi pyloneissa on kiinteät tikkaat tai huoltohissi. Köysisiltojen tarkastuksessa käytetään siltakurkea ennen kaikkea köysien, pylonien ja kannen ulokkeiden tarkastuksessa. Laajennetun yleistarkastuksen suunnittelussa tulee optimoida nostokurjen käyttö, koska se pääsääntöisesti aiheuttaa siltapaikalla merkittävän liikennehaitan.

Urakka-alueeseen kuuluvasta köysisillasta täytetään oma sillantarkastuskäsikirjan tämän ohjeen mukainen tarkastuslomake. Tässä ohjeessa on mainittu ne vauriot, joiden vaurioluokan, syyn, kiireellisyysluokan ja korjaustoimenpiteiden määrittämisessä tulee olla yleistarkastajan lisäksi köysisiltoihin erikoistunut kohdassa 1.4 määritetyn pätevyyden omaava henkilö.

Laajennetussa yleistarkastuksessa havaitusta kiireellisistä liikenneturvallisuuteen liittyvistä vaurioista on ilmoitettava tilaajalle välittömästi. Hälyttävistä huomioista ja muutoksista (esim. vakavista törmäysvaurioista köysiin, köysiankkureihin, suojakaitseisiin, pyloniin tai jos jokin muu vauriomuoto on tässä ohjeessa määritelty sellaiseksi) ilmoitetaan tilaajalle heti.

Korjaustoimenpiteitä edellyttävät kohdat raportoidaan edellä mainittujen lomakkeiden lisäksi köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen yhteenvedossa, joka toimitetaan siltapaikalla otettujen ja asianmukaisesti nimettyjen valokuvien kanssa tilaajalle sovitun ajan kuluessa laajennetun yleistarkastuksen tekemisen jälkeen. Laajennetun yleistarkastuksen tulokset viedään Siltarekisteriin sovitun ajan kuluessa.

1.4 Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen köysisiltaosuuden tekijän pätevyysvaatimukset

Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen tekijän tulee olla perehtynyt köysisiltojen erikoispiirteisiin ja hänellä tulee olla voimassa oleva siltojen yleistarkastajan pätevyys. Tämän lisäksi köysisiltaosuuden laajennetussa yleistarkastuksessa tulee olla mukana köysisiltojen erikoisosaamista omaava asiantuntija. Asiantuntijalla pitää olla joko betoni- tai terässiltojen AA-vaatimusluokan suunnittelijapätevyys ja hänellä tulee lisäksi olla Liikenneviraston toteama suunnittelukokemus köysisiltojen suunnittelusta.

Asiantuntijan tulee olla mukana arvioimassa myös sillantarkastuskäsikirjan mukaisen vaurioiden seuraavia tarkastusparametrejä: vauriotyyppi, vaurion syy, korjaustoimenpiteet, kiireellisyysluokka, tarkastuskommentti, kuntoluokka ja vaurioluokka sekä sillan erikoistarkastuksen tarvetta ja laajuutta, tämän ohjeen kohdan 2.2 vaatimusten mukaisesti

1.5 Työturvallisuus

Tiellä ja liikennealueilla työskentely on luokiteltu työturvallisuuslainsäädännössä vaaralliseksi työksi. Työturvallisuuteen on kiinnitettävä sillantarkastustoimissa erityistä huomiota, kuten sillan vuosi-, yleis- ja erikoistarkastusten ohjeissa on esitetty. Tilaaja laatii tarkastustoimintaa varten työturvallisuusasiakirjan, joka sisältää tarkastustyön toteuttamiseen liittyvät tarpeelliset turvallisuusohjeet. Sillantarkastuskonsultin on ennen työn aloittamista laadittava koko työtä koskeva kirjallinen turvallisuus-suunnitelma, joka on toimitettava tilaajalle viimeistään urakan aloituskokouksessa.

Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen tekijöiden on oltava tietoisia työn turvallisuusvaaroista, vallitsevista olosuhteista ja turvallisuussuunnitelman sisällöstä sekä tekijöiden pitää ennen kaikkea noudattaa ohjeita. Erityisesti köysisiltojen tarkastukseen liittyviä turvallisuusvaaroja ovat mm. sillan liikenne ja liikenteen erikoisjärjestelyt tarkastuksen aikana, putoamis- liukastumis- ja kaatumisonnettomuudet. Lisäksi ahtaissa paikoissa liikkuminen ja sillan erilaiset kiinnikkeet aiheuttavat riskin haavoista ja ruhjeista. Turvallisten työmenetelmien opastaminen työntekijöille on jokaisen työnantajan lakisääteinen velvollisuus.

Kuten siltojen yleistarkastuksessa myös köysisiltojen laajennetuissa yleistarkastuksissa työturvallisuusasioissa noudatetaan ohjetta Liikenne tietyömailla, Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet, Helsinki /3/.

Köysisiltojen laajennetun yleistarkastuksen tekijän pätevyysvaatimuksena turvallisuuteen liittyen on Liikenneviraston Tieturva 1 – koulutuksen hyväksytty suorittaminen ja hänen tulee tehtäviä suorittaessaan käyttää CE – merkittyä, standardin SFS-EN 471 suojausluokan 2 mukaista varoitusvaatetusta.

Rata-alueella tehtävässä työssä on noudatettava Liikenneviraston asettamia kelpoisuusvaatimuksia, jotka on esitetty Radanpidon turvallisuusohjeissa (TURO) /5/. Lähtökohtana rata-alueilla tehtävälle tarkastustyölle on Rataturva – 1 koulutuksen hyväksytty suorittaminen. Liikennevirasto katsoo kaikki rata-alueella tehtävät työt rata-työksi.

Tarkastustyö on suunniteltava etukäteen yhdessä rautatien liikennesuunnittelijan kanssa siten, että tarkastukselle tarvittavat työajat, liikennöinnin keskeytykset ja muut mahdolliset poikkeukselliset järjestelyt (kuten sähköturvallisuuden asettamat rajoitukset ja vaatimukset) otetaan huomioon.

2 Köysisiltojen laajennettu yleistarkastus

2.1 Yleistä köysisiltojen ominaisuuksista ja niille tyypillisistä vaurioista

2.1.1 Teräsrakenteisiin liittyvät vauriot

Köysien korroosio

Teräksen korroosio on merkittävin riski köysirakenteisissa silloissa, koska teräsköydet ovat alttiina kosteudelle, auringon valolle, ympäristösaasteille ja suolalle. Köysisillan suunnittelussa edellä mainitut ympäristötekijät on otettu huomioon, mutta köysien ja niiden ankkurirakenteiden suojausten käytännön elinkaari ei ole välttämättä sama, kuin koko sillan suunnitteluikä. Lisäksi köysiin ja niiden ankkureihin liittyvät huoltotoimenpiteet eivät ole aina riittäviä estämään rakenneosien korroosiota.

Köysisiltojen suunnittelussa on otettu huomioon, että köydet voidaan joutua vaihtamaan sillan elinkaaren aikana. Köysistön kuntoon ja elinkaareen voidaan vaikuttaa paljon juuri määräaikaaisilla tarkastuksilla ja huoltotoimenpiteillä.

Köysien korroosiosuojauksen perusratkaisut eri köysityypeillä ovat seuraavat:

Vinoköysisillat

Suomessa rakennetuissa vinoköysisilloissa on käytetty seuraavia köysityyppejä:

- **Punusköydet**, jotka koostuvat teräspunoksista (Ø 15,7 mm ovat samoja punoksia kuin jännitettujen siltojen jännittämisessä käytetyt punokset) suojattuna sementti-injektointilaastilla PEHD-suojaputken sisällä. Esimerkkinä Jätkänkynntilä silta Rovaniemellä.
- **Punusköydet kuumasinkityillä punoksilla** (ns. rasvapunos), joissa on muovikeros punoksen ympärillä. Muovin ja punosteräksen välissä on suojarasva. Punokset ovat PEHD-suojaputken sisällä. Esimerkkeinä Kärkistensalmen silta ja Crusellin silta Helsingissä.
- **Yhdensuuntaiset lankaköydet**, jotka koostuvat Ø 7mm:n teräslangoista asennettuna PEHD- suojaputken sisään. Teräslangat voivat olla joko kuumasinkittyjä tai ilman sinkitystä. Lankojen ja suojaputken välissä on suojarasva. Nämä köydet ovat tehdasvalmistettuja. Esimerkkeinä Tähtiniemen silta Heinolassa, Raippaluodon silta Mustasaarella ja Utsjoen silta Utsjoella.

Köysiankkurit vinoköysisilloissa koostuvat yleensä ankkurilevystä ja niin sanotusta ohjausputkesta, jonka sisällä köysi kulkee. Ohjausputken sisälle mahdollisesti kondensoitunut vesi valuu alas putkea ankkurilevyn ja putken liitoskohtaan. Yleensä ankkurilevyssä on vedenpoistoura, jonka kautta vesi pääsee pois. **Köysiankkurin eliniän kannalta vedenpoistouran toimivuus on elinehto ja se pitää aina tarkastusten yhteydessä varmistaa.**

Riippusillat

Riippusilloissa on niin sanottu riippuköysi ja siihen kiinnitetyt riipputangot. Suomesa rakennetuissa riippusilloissa on käytetty seuraavia riippuköysityyppejä:

- **Niin sanottuja ”suljettuja köysiä”,** joissa on köyden ulkopinnalla profiloituja ja punottuja teräslankoja, jotka jännityksen johdosta sulkevat uloimman osan köydestä.
- **Punottuja teräsköysiä,** joissa on teräslangat tai punokset ovat kierteellä.

Riippusiltojen riipputangot ovat pääsääntöisesti terästankoja tai teräsköysiä, joissa on suojamaalaus tai sinkitys.

Langerpalkkisillat

Langerpalkkisilloissa köysi toimii riipputankona teräskaaren ja päällysrakenteen välillä. Riipputanko on sekundäärinen kannattaja.

Riipputankoina on käytetty seuraavia tankotyyppejä:

- **Teräksinen riipputanko** suojattuna kuumasinkityksellä tai suojamaalilla.
- **Punottuja teräsköysiä,** joissa teräslangat ovat kierteellä.

Köyden korroosioauriot ilmenevät yleensä köyden pinnassa ja ankkurialueilla. Pinnan korroosio näkyy halkeiluna ja pintaruosteena, joka johtuu pääsääntöisesti **korroosiosuojauksen haurastumista iän johdosta**. Toinen ja oleellisesti vaikeammin havaittavissa oleva korroosioaurioilmiö on ankkurialueiden sisällä oleva korroosio teräslangoissa tai –punoksissa. Ankkurialueen sisälle **imeytyy kosteutta ja tämä johtaa joskus vakavaan korroosioaurioon**. Tämän tyyppisiä vaurioita on ilmennyt yleensä sementti-injektoiduissa köysissä. Vaurio on vaikea havaita ja vaatii käytännössä ankkureiden erikoistarkastuksen.

Päällysrakenteen korroosio

Vinoköysisiltojen teräsrakenteisissa päällysrakenteissa korroosioauriot ovat samantyyppisiä, kuin tavanomaisissa terässilloissa, katso Osa 1 Terässillat, kohta 2.1 Korroosio ja vuodot.

Köysisilloissa on päällysrakenteessa ankkurirakenteita ja köysien ohjausputkia, jotka ovat säälle alttiita. Lisäksi suolavesi ja kiveniskut ovat merkittävä korroosioriski teräkselle. Erityisesti korroosiolle herkkiä alueita ovat **teräksen ja betonin liitoskohdat ja teräsrakenteissa olevat ”vesitaskut”,** joissa kosteus ja pöly saavat nopeasti aikaan alkavan korroosion.

Pyloneiden korroosio

Köysisiltojen pylonit ovat useimmiten teräsrakenteita. Ne ovat säälle alttiita rakenteita, jolloin korroosiosuojauksen menetelmän soveltuvuus ja työn laatu on ratkaiseva elinkaaren kannalta. Korroosioherkkiä alueita ovat **köysien liittymiskohdat ohjausputkineen ja pylonin alaosa, joka on usein alttiina liikenteen aiheuttamille törmäyksille, suolavedelle ja kiveniskuille.**

Riippusiltojen pyloneiden köysiankkurit ja -satulat ovat sillan köysistön arvokkain osa. Lähtökohtaisesti nämä rakenteet on hyvin tuulettuvissa paikoissa ja korroosioriski syntyy lähinnä **korroosiosuojauksen haurastumisesta**.

Pylonien sisäpuolella merkittävin **korroosioriski syntyy puutteellisesta ilmastoinnista**. Kosteus kondensoituu herkästi teräsrakenteen ”taskuihin” ja tasoille, joissa on pölyä ja likaa. Mikäli pitkäaikainen kosteus on käytännössä silmämääräisesti havaittavissa, tulee pylonin sisäosan ilmastointi arvioida uudelleen kohdassa 1.4 mainitun asiantuntijan kanssa ja tarvittaessa lisätä ilmanvaihtoa.

Teräksen väsymisvauriot

Köysisiltojen köysien ankkurirakenteet ovat päällysrakenteessa pääsääntöisesti teräsrakenteisia. Vinoköysisilloissa köysien ankkurit ja pääkannattajan ankkurirakenteet ovat **vaihtorasitettuja ja siten alttiita väsytykselle**. Tämä on otettu huomioon rakenteen suunnittelussa.

Muilta osin köysisiltojen teräsrakenteiden väsytystarkasteluissa sovelletaan tarkastusohjeen Osa 1 Terässillat kohdan 2.1 periaatteita.

2.1.2 Betonirakenteisiin liittyvät vauriot

Kansilaatan halkeilu

Kansilaatan halkeilua köysisilloissa ilmenee lähtökohtaisesti samantyyppisenä kuin tavanomaisissa liittopalkkisilloissa, katso Osa 1 Terässillat, kohta 2.1 Kansilaatan halkeilusta.

Halkeiluvaurioita ilmenee myös riippusiltojen kansilaatoissa, joka johtuu pääsääntöisesti sillan **päällysrakenteen suurista taipumista**. Lisäksi vinoköysisiltojen kannen ankkurialueilla **köysivoimien siirtyminen voi aiheuttaa paikallista halkeilua**.

2.2 Köysisiltojen laajennettu yleistarkastus aihepiireittäin

2.2.1 Yleistä

Luvussa käydään läpi köysisiltojen laajennettuun yleistarkastukseen kuuluvat asiat ja tarkastustapa. Tarkastus ja havaittujen vaurioiden raportointi tehdään Liikenneviraston viimeisimmän Tarkastusohjeen ja Sillantarkastuskäsikirjan mukaisesti.

Erikoistarkastuksen tarvetta ja laajuutta määritettäessä tulee tarkastajan tukena olla tämän ohjeen kohdassa 1.4 määritetyn pätevyyden omaava henkilö silloin, kun määritetään seuraavia parametreja: vauriotyyppi, vaurion syy, korjaustoimenpiteet, kiireellisyysluokka, tarkastuskommentit, kuntoluokka ja vaurioluokka.

2.2.2 Alusrakenteet

Köysien kiinnittyminen betonisiin vasta-ankkureihin riippusilloissa tarkastetaan halkeamien ja murtumien varalta. Kiinnitysten liukumien ja/tai vasta-ankkurien siirtymät edellyttävät erillistä asiantuntijan tekemää selvitystä.

2.2.3 Pylonit ja porttaalit

Teräksisten ja betonisten pylonien puhtaus ja teräksen pintakäsittely tarkastetaan erityisesti ajoradan tason molemmiin puoliin noin 4 m korkeudelle ajoradan pinnasta, katso myös kohta 5 Vuosittaiset hoitotyöt.

Pylonien sisäpuolen pintakäsittelyn kunto ja ilmanvaihto tarkastetaan.

2.2.4 Kansilaatan yleiskunto ja pintavauriot

Köysien ja riipputankojen kiinnittyminen päällysrakenteeseen tarkastetaan riippu- ja vinoköysisilloissa halkeamien ja murtumien varalta. Tavanomaista suuremmat vauriot edellyttävät erillistä selvitystä.

2.2.5 Rakenteelliset vauriot, vääntymät, törmäysvauriot

Köysisiltojen kannen yläpuolisten rakenteiden tyypillisimpiä vaurioita ovat törmäysvauriot. Tällaisia vaurioita ovat esimerkiksi törmäysvauriot pyloniin, pylonien vaakasiteisiin, köysiin, riipputankoihin ja niiden ankkureihin.

Oleellista on arvioida vaurion vaikutus rakenneosan kantavuuteen ja sitä kautta koko sillankantavuuteen. Tarkastuskäsikirjan mukaan arvioidaan vaurion vaikutus kantavuuteen ja vastaava kiireellisyysluokka.

2.2.6 Laakerit ja liikuntasaumamat

Laakereiden liukupinnan kunto ja pintakäsittely tarkastetaan. Lisäksi laakerialustasta tutkitaan mahdolliset halkeamat. Laakereiden kiinnityshitsit tarkastetaan silmämääräisesti. Joissakin vinoköysisilloissa on niin sanottuja vetolaakereita. Niiden kunto tarkastetaan asiantuntijan kanssa.

Lisäksi mitataan laakereiden asema lämpötilaan nähden laakerin mitta-asteikolta.

2.2.7 Suuret muodonmuutokset

Sillan muoto ja köysivoimat mitataan vinoköysisilloissa, mikäli Tilaaaja on tarkastusta tilattaessa edellyttänyt mittausta. Syynä mittauksen suorittamiselle voi olla jokin silmämääräinen päällysrakenteen muotopoikkeama tai sillan ikään tai kuntoon liittyvä syy. Myös törmäysvaurio köydessä tai ankkureissa voi olla syy mittauksen tekemiseen. Ohjeet mittauksesta on esitetty kohdassa 3. Mittaustulosten perusteella tarkastuksessa mukana oleva asiantuntija arvioi mahdollisen tarpeen erilliselvityksen tekemisestä. Tässä yhteydessä tulee mahdollisuuksien mukaan olla yhteydessä sillan alkuperäiseen suunnittelijaan.

2.2.8 Värähtely

Köysisiltojen värähtelykäyttäytyminen voidaan arvioida vain todellisissa olosuhteissa. Tarkastuksen yhteydessä arvioidaan hoikkien rakenneosien, köysien, riippuköysien ja -tankojen värähtelyä tuulisessa säässä ja liikennekuorman johdosta. Mikäli haitallista värähtelyä epäillään tai todetaan, tulee siitä tehdä erillinen selvitys.

2.2.9 Köysisiltojen laajennetussa yleistarkastuksessa huomioon otettavia lisäseikkoja

Kaikkien tuulettuviksi suunniteltujen kammioiden ja koteloiden tuuletusaukkojen ja kuivatusreikien toimivuus tarkastetaan. Kuivatuksen toimivuus on parhaiten todettavissa suljettujen tilojen tarkastuksessa. Tilojen ja kammioiden seinämissä, pinnoissa ja tasoilla ei saa olla pintakosteutta eikä vettä.

Köysien ja riipputankojen pintakäsittelyt tarkastetaan. Vinoköysien suojaputket ja suojaputkien päiden suojauksien paikallaanolo ja kunto tarkastetaan. Värähtelyvaimentimien kunto tarkastetaan luoksepäästäviltä osiltaan.

Vinoköysisilloissa tarkastetaan köysiankkureiden ankkurilaatoissa olevien vedenpoistourien toimivuus ja puhtaus kaikista köysistä. Mikäli ura on tukkeutunut tai vuotanut vesi on väriltään ruosteen ruskeaa, tulee tehdä erikoistarkastus. Tällöin avataan köyden yläosan suojakumi ja endoskoopilla selvitetään mahdollisen ruostevaurion laajuus.

Laajennetussa yleistarkastuksessa kaikki pyloneiden, köysi- ja riipputankorakenteiden vauriot tulee valokuvata vaurioluokissa 2,3 ja 4.

2.2.10 Putket, johdot ja kaapelit

Mikäli sillassa on putkia, kuten kaukolämpö- ja vesijohtoputkia tarkastetaan putkien kannakkeet ja niiden liukupinnat. Lisäksi tarkastetaan putkien eristyksen ja suojauksen yleiskunto.

Mikäli sillassa on kaapelihyllyjä, joihin on sijoitettu eri laitosten kaapeleita tarkastetaan hyllyjen kiinnitys, lisäksi tarkastetaan kaapeleiden asemat erityisesti maatukien alueilla.

3 Köysiin ja pyloniin liittyvät mittaukset

3.1 Vinoköysisiltojen köysivoimien tarkastus

Vinoköysisilloissa köysivoimat on mitattu köysien jännittämistyön yhteydessä tunkeilla ja joissakin silloissa myös ns. värähtelymenetelmällä. Voimien tarkistusmittaus tehdään käyttäen värähtelymenetelmää. Köysivoimiin vaikuttaa betonirakenteen viruma ja kutistuma-aste sekä rakenteen lämpötila. Pääsääntöisesti sillan köysipiirustuksissa on ilmoitettu teoreettiset köysivoimat viruman ja kutistuman jälkeen ($t=\infty$) lämpötilassa 0°C .

Tarkistusmittaukset tehdään silloin, kun liikenne sillalla on hiljaista, eikä raskas liikenne häiritse mittauksia. Työ ajoitetaan kesäaikaan siten, että sää on pilvinen tai aurinko ei ole vielä noussut.

Köysivoimat mitataan samaan aikaan kuin kannen muoto. Ennen mittausta köysiasiantuntija laskee teoreettisia köysivoimia vastaavat värähtelyajat. Todelliset voimat saadaan mitattujen värähtelyaikojen perusteella. Värähtelymenetelmällä saadut tulokset verrattuna teoreettisiin tuloksiin poikkeavat eniten lyhyimmillä köysillä /4/.

Värähtelymittauksen periaate:

Ennen köysivoimien mittausta tulee esimerkiksi pariköysien soljet irrottaa.

Tässä mittauksessa köysi saatetaan värähtelemään poikkisuunnassa ja mitataan värähdysten lukumäärän kulunut aika. Tuloksena saadaan lasketuksi taajuus:

$$f = \frac{\text{lkm}}{T}$$

f = taajuus [1/s]
T = aika [s] (0.01 sekunnin tarkkuudella)
lkm = värähdysten lukumäärä

Köydessä oleva voima saadaan sitten kaavasta

$$S = f^2 \times g \times 4 \times L^2$$

L = köysipituus, mitataan köyden vaimentimesta vaimentimeen [m]

S = köysivoima

g = köyden massa metriä kohti [kg/m], saadaan alkuperäisistä suunnitelmista

Köysien värähdysaika mitataan 40 värähdyksestä. Lyhyimmillä köysillä käytetään tarvittaessa 20 värähdysten aikaa. Jokaiselle köydelle otetaan vähintään kolme mittaus-tulosta, joiden keskiarvoa käytetään laskennassa.

Köyden poikkeuttaminen:

Köydet on mahdollista poikkeuttaa tasapainoasemastaan käsin tai apuköyden avulla vetämällä ja aina aallonpohjassa amplitudia vahvistamalla, kunnes värähdysliike on tarpeeksi voimakasta tarvittavien 40 tai 20 värähdysten mittaamiseen. Vahvistamisen on tapahduttava juuri oikealla hetkellä, muutoin liike vain vaimenee. Etenkin lyhimpien köysien värähtelemään saaminen vaatii hyvää rytmitajua.

Paras poikkeuttamiskohta on köyden keskikohta, mutta pidemmällä köysillä poikkeuttaminen onnistuu hyvin myös kolmannespisteestä. Poikkeutus onnistuu parhaiten käsin läheltä vinoköyttä, jolloin tuntuma värähdyksiin on hyvä. Työ edellyttää henkilönostimen käyttöä.

Pitkää apuköyttä käytettäessä on vaarana, että apuköysi joustaa ja saa oman taajuuden, jolloin saadut tulokset voivat olla täysin virheelliset.

Köyden poikkeuttamisessa ei saa vahingoittaa köyden pintaa. Siksi apuköytenä tulee käyttää pehmeää muoviköyttä tai nostoliinaa.

3.2 Pyloni

3.2.1 Pylonin asema

Sillan pylonin huipun asema mitataan kiinteästä kiintopisteestä (kiinteä prisma), joka rakennetaan helposti saavutettavaan paikkaan. Kiintopisteestä tulee aina käyttää samaa pistettä. Tarkistusmittaukset tehdään samassa yhteydessä kuin kannen korkeusaseman mittaukset. Pylonin asemaan vaikuttaa jonkin verran rakenteen lämpötila ja auringon paiste, joten mittaus tulisi tehdä aina likipitäen samassa lämpötilassa (esim. elokuun keskilämpötila) ja siten, ettei aurinko paista siihen sivusta.

Mikäli pylonin asema poikkeaa ≥ 50 mm ensimmäisestä rakennustyönäikaisesta perusmittauksesta, poikkeamasta on tehtävä selvitys.

3.2.2 Pylonin betonipinnat

Pylonin betonipinta tarkastetaan silmämääräisesti kiikaroimalla. Tarkastus tehdään veneestä, kotelon sisältä, kannen tasolta ja pylonin tikkailta.

Betonin karbonatisoitumista seurataan yleistarkastuksissa. Mikäli karbonatisoituminen etenee jollakin osalla pylonia ennakoitua nopeammin, tulee laatia korjaussuunnitelma.

4 Raportointi

4.1 Yleis- ja kuntotietojen sekä vaurioiden raportointi

Köysisillan yleis- ja kuntotiedot raportoidaan normaalisti Sillantarkastusohjeen /1/ ja Tarkastuskäsikirjan /2/ mukaan. Lomakkeiden täytössä käytetään Tarkastuskäsikirjan mukaisia parametristoja. Raportit viedään siltarekisteriin käsikirjan ohjeiden mukaan.

4.2 Yhteenvetoraportti

Kohdan 4.1 mukainen raportointi on sisällöltään hyvin ”parametri-pitoinen” ja siinä mielessä vaikealukuinen henkilölle, joka ei ole säännöllisesti tekemisissä sillantarkastuksen parametrien kanssa. Tämän takia laajennetusta yleistarkastuksesta kirjoitetaan lyhyt yhteenvetoraportti, jossa on esitetty ainakin seuraavat asiat:

- Sillan yksilöinti Siltarekisterin mukaan
- Yhteenveto havaituista vaurioluokan 3 tai 4 vaurioista yleispiirteisine laajuustietoineen
- Yhteenveto edellä mainittujen vaurioiden vaatimista erikoistarkastuksista ja/tai korjaustoimenpiteistä kiireellisyysluokituksineen. Yhteenvetoraportissa esitetään myös em. toimenpiteiden alustavat kustannusarviot.
- Päivämäärä ja sillan yleistarkastajan sekä mukana olleen köysisiltoihin erikoistuneen henkilön allekirjoitus.

5 Köysisiltojen vuosittaiset hoitotyöt

Lähtökohtaisesti köysisiltojen vuosittaiset hoitotyöt ovat samoja kuin tavanomaisissa silloissa.

Sillan kansi, reunapalkin sivu- ja yläpinnat, kaiteet ja maatukien laakeritasot pestään korkeapainepesulla vuosittain kesällä. Samoin pestään pintavesiputket ja niiden ritilät. Tämän lisäksi pestään köysisiltoihin kuuluvat köysien ohjausputket, näkyvissä olevat ankkurikappaleet ja niihin kuuluvat suojapellit. Köysien suojakumit tarkastetaan.

Pylonin alaosat noin 4 metrin korkeudelta pestään. Mikäli pyloniin kuuluu pleksilaseja tai valaisimia, puhdistetaan ne mahdollisuuksien mukaan. Pylonin ankkurikoteloiden onkalot, joihin voi kondensoitua vettä, kuivataan ja puhdistetaan. Pyloniin ja mahdollisiin muihin sillan tiloihin, kuten maatukien kammioihin liittyvien valaisimien lamput vaihdetaan tarvittaessa.

Joidenkin köysisiltojen liikuntasaumalaitteessa on poikkeuksellisen suuri liikevara. Liikuntasaumalaitteiden huollon tärkein osa on kumien puhtaanapito yläpuolelta käsin. Kumien rako tulee puhdistaa harjaamalla tai vesipesulla sorasta ym. irtotavarasta. Puhdistus on tehtävä kahdesti vuodessa, keväällä lumien sulamisen jälkeen ja syksyllä ennen pakkaskautta. Liikuntasaumalaitteisiin kuuluvien suojapeltien toiminta tarkastetaan ja pellit pestään.

Mikäli siltaan kuuluu liikkuva hoitosillake, sen toiminta tarkastetaan ja tarvittaessa se huolletaan laitekohtaisen huoltokirjan mukaan. Mikäli siltaan kuuluu hissi, sen kunto ja toiminta tarkastetaan ja hissi huolletaan huoltokirjan mukaan.

Kirjallisuusluettelo

- /1/ Sillantarkastusohje TIEH 2000008-v-04. Verkko-versio (www.tiehallinto.fi/julkaisut) pdf. ISBN 951-803- 196-7.
- /2/ Sillantarkastuskäsikirja. Helsinki. Tiehallinto 2004. ISBN 951-803-704-3. TIEH 2000020-06.
- /3/ Liikenne tietyömaalla, Pätevyysvaatimukset ja työturvallisuuden perusteet , Helsinki. Tiehallinto 2009. ISBN 978-952-221-143-9, TIEH 2200057-09.
- /4/ Diplomityö: Jaakko Yli-Säntti, Kemijoen vinoköysisillan värähtely- ja siirtymämittausten analysointi 1990.
- /5/ Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO) B24, 2009

